

PAT-NO: JP356054242A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 56054242 A

TITLE: CONTROLLING METHOD OF REFRACTIVE
INDEX OF OPTICAL FIBER
MATRIX

----- KWIC -----

Abstract Text - FPAR (1):

PURPOSE: To prepare a high-quality optical fiber with a good reproducibility by a method wherein a laser beam scans variations in optical strength, which is detected by a photoelectric element to regulate a burner flame in its radial expansion so that the refractive index of an optical fiber matrix is controlled.

Abstract Text - FPAR (2):

CONSTITUTION: A sinewave reference signal is formed so that its phase matches the phase of light scanning. When the square wave rises and falls, the respective voltages of the reference signal are sampled and held. The difference in both the voltages is taken instead of the pulse width thereby to obtain a signal voltage in proportion to the width of flame expansion. This signal voltage is input to the control circuit 22 which stores the predefined standard signal voltage 23. The control circuit 22 compares and amplifies the two signals. If an error signal is generated at the output, the signal is fed back to the motor drive circuit 24, which drives the motor 17 to cause the protective tube 15 to move in the arrow direction 18 or 18'. The motor continues to drive until the error signal become 0 so that

the width of burner
flame is controlled to reach the predetermined value.

Document Identifier - DID (1):
JP 56054242 A

Title of Patent Publication - TTL (1):
CONTROLLING METHOD OF REFRACTIVE INDEX OF OPTICAL FIBER
MATRIX

⑩ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭56—54242

⑬ Int. Cl.³

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和56年(1981)5月14日

C 03 B 37/00

7730—4G

20/00

// G 02 B 5/14

7529—2H

発明の数 2

審査請求 未請求

(全 6 頁)

⑮ 光ファイバ母材の屈折率制御方法

地株式会社日立製作所中央研究
所内

⑯ 特 願 昭54—130789

⑰ 出 願 人 株式会社日立製作所

⑱ 出 願 昭54(1979)10月12日

東京都千代田区丸の内1丁目5
番1号

⑲ 発 明 者 井本克之

⑳ 出 願 人 日立電線株式会社

国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番
地株式会社日立製作所中央研究
所内

東京都千代田区丸の内2丁目1
番2号

㉑ 発 明 者 角正雄

㉒ 代 理 人 弁理士 薄田利幸

国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番

明 細 書

発明の名称 光ファイバ母材の屈折率制御方法
特許請求の範囲

1. 高温で反応してガラス微粒子となり得る流体
状原料をバーナのノズルより供給し、該バーナ
の炎により該原料を加熱、反応せしめ、生成さ
れたガラス微粒子又は溶融ガラスをターゲット
上に堆積する工程を有する光ファイバ母材の製
造方法において、該炎を横切つて走査する等速
のレーザービームを該炎に透過せしめてその光強
度変化を受光器で検出し、該光強度変化の変化
時間を計測して該バーナの炎の幅に対応する信
号を発生せしめ、該信号と基準信号とを比較し
て誤差信号となし、該バーナの軸方向位置調節
機構、該バーナの外周に設けた炎を保護する管
の軸方向位置調節機構あるいは該バーナと該保
護管との隙間から流すガス流量調節機構に該誤
差信号をフィードバックして該炎の幅が一定に
なるよう構成したことを特徴とする光ファイバ
母材の屈折率制御方法。

(1)

2. 高温で反応してガラス微粒子となり得る流体
状原料をバーナのノズルより供給し、該バーナ
の炎により該原料を加熱、反応せしめ、生成さ
れたガラス微粒子又は溶融ガラスをターゲット
上に堆積する工程を有する光ファイバ母材の製
造方法において、該炎を横切つて走査する等速
のレーザービームを該炎に透過せしめてその散乱
光の強度を受光器で検出し、該流体状原料の供
給量調節機構に該散乱光の強度に対応する信号
をフィードバックして、該散乱光の強度分布が
一定になるように構成したことを特徴とする光
ファイバ母材の屈折率制御方法。

発明の詳細な説明

光ファイバ母材を連続的に製造する方法の一つ
に第1図に示すような方法がある。これは火炎加
水分解バーナ1によりガラス組成物原料ガスを火
炎加水分解してガラス微粒子を合成し、このガラ
ス微粒子をターゲット上に堆積させて軸方向に多
孔質母材2を成長させ、ついでこの母材を加熱炉
3によつてゾーンメルトさせることにより脱泡、

(2)

透明化し光ファイバ母材とする方法である。この方法は母材を高速で量産することが可能である。ところが、この方法で作成した集束型光ファイバのベースバンド周波数帯域は200~1100 MHz(6dB低下)と極めてバラツキが大きく、また損失のバラツキも従来の内付けCVD法のものに比して大きいという問題点が生じた。この原因を究明するために種々の実験を行なった結果、バーナ1の炎5の形状、分布が排気ガス14の排気速度の変動、ガラス原料、Ar、O₂、H₂などのガスの微小なゆらぎ、矢印11、12から送り込むガスの微小なゆらぎ、多孔質母材の形状などにより変動し、それによつて光ファイバ母材の径方向および軸方向の屈折率、ガラスの物理的性質が変動したことによるものと考えられた。このように従来方法ではバーナの炎の形状分布、炎中のガラス微粒子の濃度分布などをオンラインで検出する装置もなく、またその形状分布、濃度をつねに一定となるように制御する装置もなく、作成した光ファイバの特性を制御することが不可能で

(8)

布、ガラス微粒子濃度分布などを制御する方法である。

本発明の方法を実施例を用いて説明する。

第2図は本発明の光ファイバ母材の屈折率制御方法の一実施例を示した概略図である。バーナの炎5の幅を光学的に非接触で検出するのに、反応箱6の側面に光学窓25を通して投光部19と受光部20を設け、この投光部と受光部との間にバーナの炎を配置させる構成とした。投光部はレーザ光線を音叉偏向器とレンズ(あるいは多面回転反射鏡とレンズ、さらにはガルバノミラーとレンズ、または音響光学光偏向器のような電気的手段で走査する構成)によつてバーナの炎に正交的に掃引照射する構成になつている。受光部は走査光を集光して光電変換せしめ、その光電変換された電気信号を信号処理部21で整形、計数処理してバーナの炎の幅に相当する電圧をアナログ量として出力する構成になつている。火炎を横切るようにレーザ光線を走査したとき、火炎中を通過してきた光強度は火炎の中に存在するガラスの煤や

(5)

あつた。そのために高品質の光ファイバを再現性良く作成することを困難にしていた。

本発明の目的は上記問題点を解決することにある。まず一つは、火炎加水分解バーナの炎を横切るように等速のレーザビームで走査したときに生ずる光強度変化を光電変換素子で検出し、その変化時間(すなわち、バーナの炎によつて生じた影)を計測してバーナの炎の幅を求め、その幅が一定となるようにバーナの軸方向位置、あるいはバーナの外周に設けた炎を保護する管の軸方向位置、バーナと保護管のすきまから流すガス流量、のいずれかを調節するようにフィードバックしてバーナの炎の径方向拡がり量をつねに一定にする方法である。バーナの炎の径方向拡がり量を制御すれば炎中のドーパントの拡がり量を制御することができ、結果として光ファイバ母材の屈折率分布を制御することができる。二つ目は、バーナの炎によつて散乱されたレーザ光線を光電変換素子で受光し、散乱光強度分布が一定となるようにバーナに送り込むガス流量を調節して炎中のガス濃度分

(4)

布、O₂、ガラス原料ガスなどによつて吸収、散乱を受け、火炎外を通過してきた光強度に比し大幅に減少し、走査光の受光器出力にはほぼ方形波の波形特性を示す。そしてこの方形波の幅は火炎の影、すなわち径火炎の幅に相当している。この火炎中を通過してきた光強度は光スポット径、火炎中の温度分布、ガスの濃度分布、ガラス煤の分布、H₂O分布などによつて変わる。したがつて火炎内の上下、左右方向によつても異なり、分布をもつ。

第3図はその一例を示したもので、同図(A)、(B)、(C)は第2図において、レーザ光線をバーナの炎に対してそれぞれa-a'、b-b'、c-c'面内で走査して得た受光器の出力信号の一例である。受光器出力信号がほぼ方形波状に減衰している時間がレーザ光線が火炎中を走査している時間にほぼ対応している。したがつてこの方形波パルスの時間幅を測定することによつてバーナの炎の幅を求めることができる。19、20、21の具体的な構成例は、音叉を用いた光偏向器とレンズとによ

(6)

つて正弦的に走査されるレーザビームをバーナの火炎に照射し、この火炎によつて生じた方形波をそれぞれ復調してバーナの火炎の相対幅を検出する方法を用いる。すなわち、光の走査と位相の一致する正弦波の参照信号を作り、方形波の立ち上り、および立ち下り時に参照信号の電圧値をそれぞれサンプリングホールドし、パルス幅のかわりにそれらの電圧差をとることによつて火炎の幅に比例した信号電圧を得る。この信号電圧を制御回路22に入力する。この制御回路22にはあらかじめ設定しておいた基準の信号電圧23が入力してある。この信号電圧23は最適な屈折率分布を形成するバーナの炎の幅に相当する電圧であり、これはバーナ構造、ガス流量、多孔質母材の成長端面の位置などをパラメータによつて作成したガラスの屈折率分布の測定結果から決めたものである。制御回路22で2つの入力信号を比較、増幅し、誤差信号が出力側に生じた場合には、その信号はモータ駆動回路24にフィードバックされてモータ17（この場合、DCモータを用いたが、

(7)

以上のようにバーナの炎の幅をつねに一定に保つことによつてバーナの炎の径方向拡がり量、すなわち炎中のドーバントの拡がり量を制御するものである。

第4図は本発明の光ファイバ母材の屈折率制御方法の別の実施例を示したものである。これは、バーナ1と保護管15のすきまから流すガスの流量を変えてバーナの炎の幅を制御する方法の一例である。制御回路22の出力信号はガス流量調節用バルブ開閉装置28にフィードバックされている。バーナの炎の幅が基準値よりも狭くなつた場合には、矢印26'方向へ流すガス流量を減らすように、その逆にバーナの炎の幅が拡がった場合には矢印26'方向へ流すガス流量を増やすようにガス流量調節用バルブ開閉装置を作動させる。ガス流量調節用バルブ開閉装置のバルブ開閉量の調節はDCモータ（あるいはパルスモータ、サーボモータなど）を駆動（図示せず）させて行なう。矢印26から送り込むガスは不活性ガス（Ar、N₂、H₂、Neなど）あるいは酸化性ガス（O₂、

(9)

特開昭56- 54242(3)

パルスモータ、サーボモータ、ACモータなどでもよい）を駆動し、保護管15を矢印18あるいは18'方向へ移動させる。そして誤差信号が0になるまでモータは駆動し続け、バーナの炎の幅があらかじめ設定した値になるように制御される。ここでバーナの炎の幅が狭い場合にはバーナの外周に設けた保護管15を矢印18'方向へ、逆にバーナの炎の幅が広くなつた場合には保護管15を矢印18方向へ移動するように制御系を構成してある。16は保護管の指動を容易にさせるためのベアリングである。13は排気ガスの排気速度調節装置、9および10はガス導入管であり、矢印11から送り込むガスは加熱炉3内に流れるようにし、矢印12から送り込むガスは加熱炉3内に外気が混入するのを防ぐためのものである。7は母材の軸方向引上げ方向を示し、8は母材の回転方向を示すものであり、これらは従来法と同様のものである。また、1はバーナ、2は多孔質母材、4は光ファイバ母材、14は排気ガスの排気方向、11'、12'はガス流の方向を示す。

(8)

CO₂、空気、N₂O、オゾン）さらにはガラス原料（光ファイバ母材のクラッド部を形成する原料）を含んだ上記不活性、酸化性ガスでもよい。矢印27から送り込むガスは反応箱6内に外気の空気などが混入するのを制御するためのもので、矢印27'方向へ流れてるようにしてある。

第5図は本発明の光ファイバ母材の屈折率制御方法の別の実施例を示したものである。これは、バーナの軸方向位置を変えてバーナの炎の幅を制御する方法の一例である。制御回路22の出力信号はモータ駆動回路24にフィードバックされ、モータ17を駆動させてバーナ1を矢印18あるいは18'方向へ移動させるよになつてゐる。バーナの炎の幅が基準値よりも狭くなつた場合には、バーナ1を矢印18方向へ移動させるように、その逆にバーナの炎の幅が拡がった場合にはバーナ1を矢印18'方向へ移動させるよになつてゐる。

上記までの説明は炎中を透過した光を信号処理してバーナの炎の幅を制御する方法に関するもの

(10)

であつた。次にバーナの炎をレーザビームで走査した場合の炎中の固体、気体分子によつて散乱されたレーザ光を光電変換素子で受光し、その散乱光強度分布が一定となるようにバーナに送り込むガス流量を調節するようにフィードバックして母材の屈折率分布を制御する方法について説明する。第2図（あるいは4、5図）において、20と同じ光電変換装置を反応箱6の外周に光学窓25を通して配置させた。ただし、その配置場所は、反応箱6の外周に沿つて光電変換装置を移動させ、散乱光強度がほぼ最大となる位置に選んである。その結果、受光器の出力にはレーザ光線が火炎中を走査している時間だけ信号が生じた。この信号特性はバーナに送り込むH₂、O₂およびガラス原料によつて変化した。特にガラス原料のガス流量によつて敏感に変化した。したがつて、この受光器出力特性がつねに一定となるようにバーナのガス流量を制御すれば、光ファイバ母材の軸方向および径方向の屈折率分布の変動量を小さく抑えることができ、所望の屈折率分布をもつた

(11)

し、外径15mmφ、肉厚3.5mmの石英管内に装着して融着後、線引きにより光ファイバを得た。上記3本のロッドから得た光ファイバを組み合わせて約30Kmの長さにし、ベースバンド周波数帯域を測定した結果、850MHz・Km（6dB低下）と極めて広い帯域特性を得ることができた。そして一番低い帯域のものでも580MHz・Km（6dB低下）であり、従来の200MHz・Km程度のものに比し改善された結果を得ることができた。

本発明は上記実施例に限定されない。バーナの炎の幅の検出箇所は1カ所に限定されず、炎の軸方向に対して数カ所で検出し、それらの幅を制御してもよい。バーナの炎の幅を光学的に非接触で検出する方法として、レーザ光を照射したときに生ずる回折像から幅を検出する方法、レーザ光を照射し、炎内を屈折反射してきた光による後方散乱光を幾何光学的に解析する方法、さらにはバーナの火炎の光像をテレビジョンモニターに表示させ、光像を走査線の数に変換して計測し、走査線

(13)

特開昭56-54242(4)
光ファイバ母材を歩留り良く作成することができる。なお上記散乱光強度信号を第2図（あるいは4、5図）のごとく信号処理回路21で処理し、基準信号23と比較する構成にすれば、バーナの炎の幅を一定となるように制御することもできることはいうまでもないことである。また逆に、第3図に示す透過光強度信号の分布（すなわち、レーザ光線が火炎中を走査している時間内の光強度分布）をつねに一定となるように制御しても光ファイバ母材の屈折率分布の変動を制御することができることもいうまでもないことである。

次に本発明の方法を用いて作成した光ファイバの特性について述べる。第2図の装置において、バーナ1に同心状の5重管構造のものを使用し、その外周にバーナ1の外径よりも約1.7倍大きい内径を有する保護管15を設けて集束型光ファイバ母材を作成した。屈折率制御用ドーパントにはGeCl₄、POCl₃、BBr₃を用い、外径約20mmφ、長さ約150mmのガラスロッドを3本作成した。このロッドを外径約7mmφに引き延ば

(12)

の故によりバーナの炎の幅を検知する方法などを用いてもよい。バーナの外周に設けた保護管15はその内径が軸方向に連続的に拡大あるいは減少していてもよく、さらには局部的に拡大あるいは減少していてもよい。バーナと保護管のすきまから流すガス流量はバーナの炎が外乱によつて発生するゆらぎ量をできる限り抑制し、かつ、ドーパントの径方向拡がり量を抑制するだけの流量値を必要とし、通常0.数ℓ/min～数十ℓ/minの範囲から選べばよい。バーナの炎によつて散乱されたレーザ光線の検出用光電変換装置は反応箱6の外周に複数個設けてもよい。バーナ1はガラス微粒子を発生させる構成のものであればよく、上記実施例のような火炎加水分解バーナ以外に、H₂を含まない単なるノズル（この場合、高温熱酸化によりガラス微粒子を発生させる）でもよい。投光部19に用いている光源はレーザ発振器以外に、単なる投光用のランプでもよい。その場合には受光素子としてホトダイオードアレイ、固体撮像デバイスのアレイ（1次元または2次元配置）などを

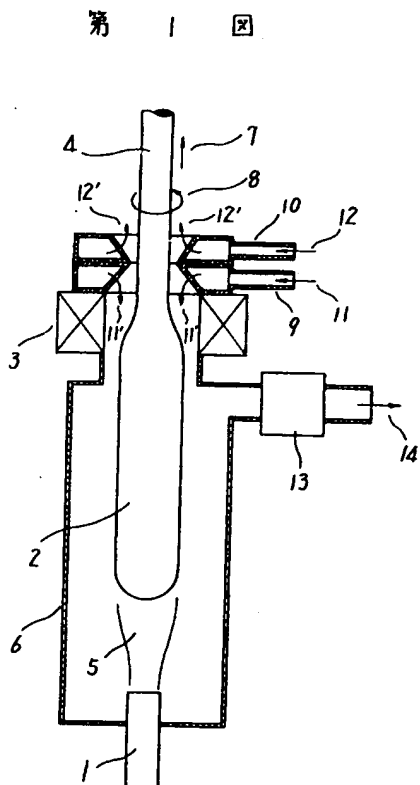
(14)

配列し、入射光量に応じた電気信号を得るようにすればよい。バーナの炎の幅を制御する別の方法として、検出信号を排気速度調節装置にフィードバックし、炎の幅を制御してもよいことは本発明の方法から言うまでもないことである。すなわち、炎の幅が広がった場合には排気速度を大きくし、逆に炎の幅が狭くなった場合には排気速度を小さくすることによつて炎の幅を制御する。ガラス原料はハロゲン化合物以外に、水素化合物、アルキル化合物を用いることができ、これらの原料をガス状、あるいは液体状で噴射してもよい。また上記実施例では多孔質母材を経由して透明な光ファイバ母材を得る方法であつたが、本発明は直接透明な光ファイバ母材を作成する方法にも適用できることはいふまでもない。たとえば、従来のベルヌーイ法、プラズマ法による透明ガラス母材の作成方法に適用できる。

図面の簡単な説明

第1図は従来法により光ファイバ母材を製造する装置を示す概略断面図、第2図は本発明の一実

(15)



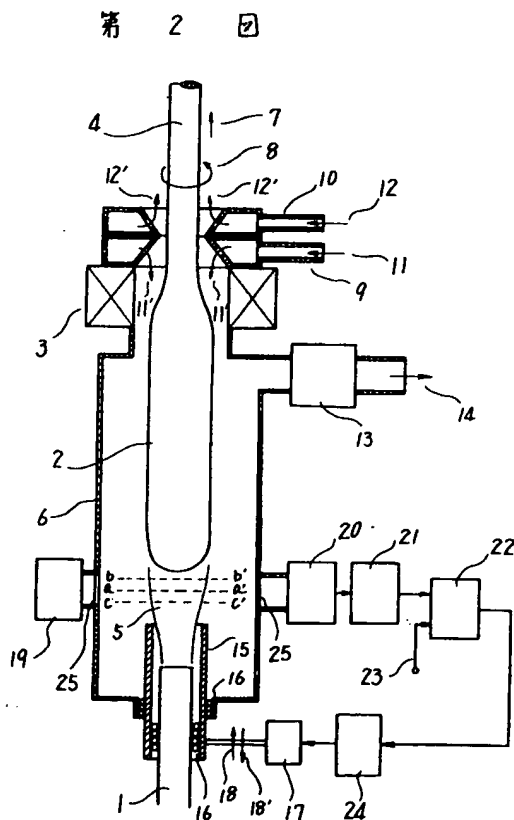
特開昭56- 54242(5)

施例で用いた装置の概略断面図、第3図は本発明の一実施例で得られたレーザービーム受光器出力信号の経時変化を示すグラフ、第4図および第5図は本発明の他の実施例で用いた装置の概略断面図である。

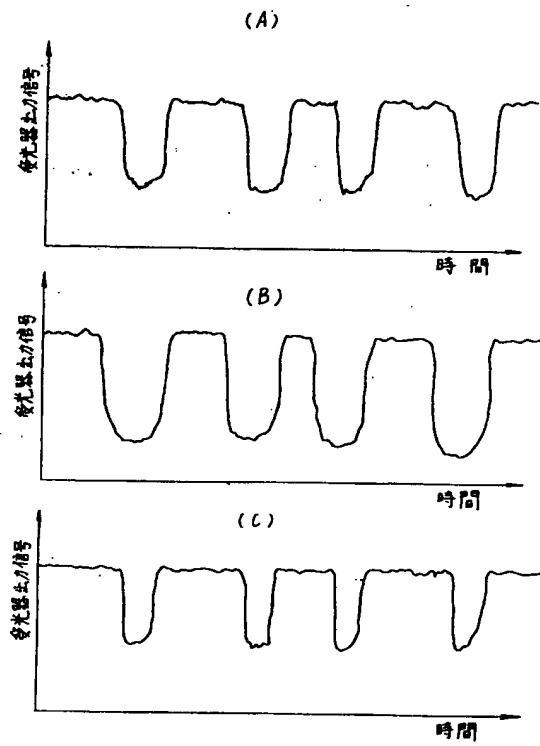
各図において、1はバーナ、2は多孔質母材、3は加熱炉、4は光ファイバ母材、5は炎、13は排気速度調節装置、15は保護管、16はベアリング、17はモータ、19は投光部、20は受光部、21は信号処理部、22は制御回路、23は基準信号電圧、24はモータ駆動回路、25は光学窓、28はガス流量調節用バルブ開閉装置である。

代理人 弁理士 海田利幸

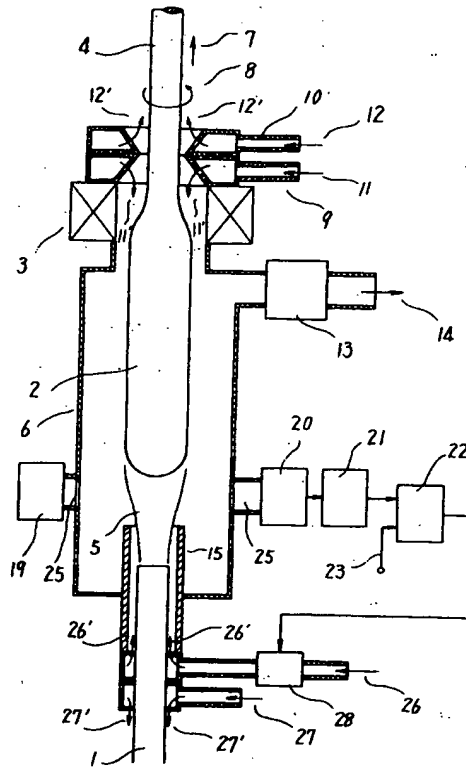
(16)



第 3 図



第 4 図



第 5 図

